

第11回 QUATUO研究会 : Quantum Hometown
岡山大学 津島キャンパス 2025年1月11,12日

「コペンハーゲン解釈」って 呼ぶのをやめよう

谷村 省吾

TANIMURA Shogo

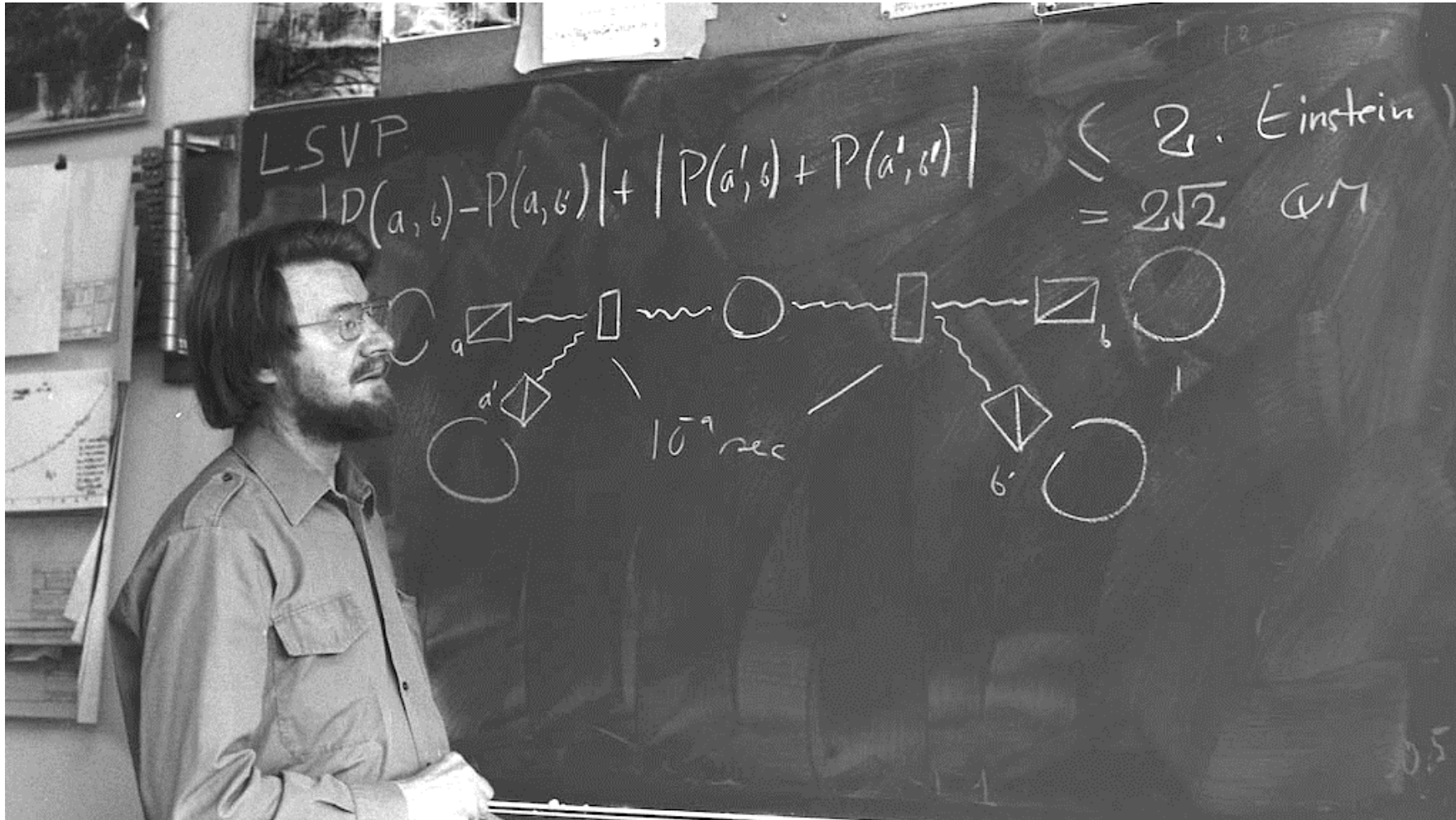
名古屋大学 情報学研究科

急いでつけ足しますが

「コペンハーゲン精神」は
実在してましたし（過去形？）、
今でも息づいているし、
リスペクトされるべきものです！

2024年はベルの不等式60周年でした

[John Stewart Bell, On the Einstein Podolsky Rosen paradox, 1964](#)



2025年は量子力学100周年

Heisenberg, Born, Jordan, Dirac が量子力学の基本形を創ったのが1925年。それから100年。



INTERNATIONAL YEAR OF
Quantum Science
and Technology

100 years of quantum is just the beginning...

On June 7, 2024, the United Nations proclaimed 2025 as the International Year of Quantum Science and Technology (IYQ). According to the proclamation, this year-long, worldwide initiative will "be observed through activities at all levels aimed at increasing public awareness of the importance of quantum science and applications."

<https://quantum2025.org/en/>

コペンハーゲン解釈

- 量子力学の標準的解釈とされている。

コペンハーゲン解釈の曖昧さ

- 量子力学の標準的解釈とされている。
- しかし、その内容は明確に定式化されておらず、統一見解がないし、コペンハーゲンと言えば物理学者なら誰もがボーアを思い浮かべる、ボーア自身が量子力学の解釈論を述べた証拠もないことが物理学者・科学史家・科学哲学者たちに何度も指摘されている。

[Don Howard: Who Invented the “Copenhagen Interpretation”? A Study in Mythology \(2002\), \(2022\)](#)

[森田紘平；「コペンハーゲン解釈」とは何か；科学基礎論学会 要約 \(2013\)](#)

[森田紘平；「コペンハーゲン解釈」とは何か：ニールス・ボーアと崩壊解釈は両立するか；科学哲学科学史研究 \(2014\)](#)

コペンハーゲン解釈のおおよその内容

- 波動関数（状態ベクトル）は確率解釈される。
- 世界は一つ。
- 量子力学は個々の系の事象の確率を与える。
- 不確定性原理を認める。
- 波束の収縮（量子飛躍，射影仮説）を認める。
- 波束の収縮自体は量子力学の枠組みでは説明できないことを認める。
- 観測していない間に起きていることについては言及しない。

コペンハーゲン解釈派の中でも 意見が分かれるところ

- 観測者は意識を持つ人間でなくてはならないのか？
- 波動関数は客観的なものなのか？ 観測者の認識・信念状態を表すものなのか？

本での扱い (1/3)

- **ディラック (第4版 1962年)** , interpretation, Copenhagen という索引用語はない.
- **ボーム (1951年)** , Quantum Theory of the process of measurement にかなりのページを割き, それに続いて Relationship between Quantum and Classical Concepts という章があるが Copenhagen interpretation の記載なし.

本での扱い (2/3)

- 湯川秀樹ら, 現代物理学の基礎「量子力学」岩波書店, 第2版, 1978年; C^* 代数, 量子論理, 量子力学と情報の物理学, 観測の理論, 実在の概念など, かなり現代に近い論点が見られる. コペンハーゲン解釈や多世界解釈に言及なし.
- Omnes, The Interpretation of Quantum Mechanics (1994), The Copenhagen Interpretation という章がある. ボーアを中心に議論された解釈だとしている. いちおう明確な定式化を述べている.

本での扱い (3/3)

- 上田正仁「現代量子物理学」培風館，2004年；
「測定が行われるまでは実在というものを考えるはいけない，確率振幅という情報のみが存在する」という主張をコペンハーゲン解釈と言う，と述べている．波束の収縮（古典的測定器の存在）とボルンの確率解釈が，コペンハーゲン解釈の要点となる仮定だとしている．多世界解釈も解説している．

後から来た波動関数

- 歴史：行列力学のあとに波動力学
- 行列や演算子が作用するベクトルはすぐには注目されなかった？
- 行列要素 $\langle m | \hat{X} | n \rangle$ が電気双極子に比例し，その絶対値 2 乗が光の強度に比例するとハイゼンベルクは考えた（状態ベクトルは不要）。
- シュレーディンガーは波動関数の絶対値 2 乗を電荷密度と解釈した。

確率解釈の提唱者はボルン

- ボルンが確率解釈を提唱 ([1926年の論文の脚注](#)) .
- 散乱問題を扱う近似方法をボルンが与えた ([1926年](#)) .
- ベンツェルがラザフォード散乱 (クーロン場によるアルファ粒子の散乱確率) を1次のボルン近似で計算 ([1926](#))
- いま見れば, 偶然の一致 (ラッキー)
古典力学のラザフォード散乱の微分散乱断面積
= 1次のボルン近似で求めた微分散乱断面積
= 量子力学で厳密に求めた微分散乱断面積

状態ベクトル概念の導入

- シュレーディンガーが運動量は微分演算子で表現できることを指摘し、行列力学と波動力学の同等性を示した。

石井茂「ハイゼンベルクの顕微鏡」(2006)

- ディラックとヨルダンが（独立に）変換理論を作った。
- フォンノイマンが公理的ヒルベルト空間論を整え、行列力学と波動力学は表現・基底の選び方の違いにすぎないことを示し、自己共役演算子スペクトル分解定理とともに射影演算子の期待値＝確率を示した（1927年）

新井朝雄ら訳「数理物理学の方法：ノイマンコレクション」(2013)

ボルの解釈からの逸脱？

- 確率解釈を量子力学の標準解釈とするなら、「ボルン・フォンノイマン解釈」や「ゲッチンゲン解釈」と呼ぶべきであって、「コペンハーゲン解釈」と呼ぶのは不適切ではないのか？
- そもそもボルンは自分の解釈を「統計的解釈」と呼んでいた。

ボーアの役割

- デンマークのコペンハーゲンに研究所を作り，理論物理学の研究の拠点とし，世界中から若手物理学者を惹きつけた（仁科芳雄博士，亀淵迪博士を含む）
- 前期量子論の主演（ボーア・ゾンマーフェルトの量子条件，原子の光スペクトルを説明，量子数・対応原理・エネルギー準位・定常状態・遷移など量子論の基礎概念を整備）
- 相補性の提唱。
- 後年はアインシュタインとの論争を引き受け，量子力学の防波堤となる。

ボーアの相補性 complementarity

- 粒子と波動，位置と運動量，より一般には非可換な2種の物理量は，一方を顕在化させるとき他方を抑制しなければならない。
- 表裏一体
- 凶地反転の双対性
- 不確定性関係は相補性の定量化とも言える。
- ハイゼンベルクやパウリたちはボーアから相補性の考えを何度も聞いていて，新鮮味を感じなかった。

ボーア「因果性と相補性」(1999)

アダム・ベッカー「実在と何か」(2021)

ボーアの単一不可分性 individuality

- 量子系の現象はそれがどういう実験観察状況で起きるかという条件抜きに語ることはできない。
- 実験は古典物理学の言葉で語られ伝えられる。
- 古典物理学は量子論の出現で不要になったのではなく、いっそう必要になった。
- 後年、ベルの不等式の破れによって「測定状況から独立した物理量の値を想定してはいけない、測り方に依存した実在性」という教訓は強化された。

ボーアの主張は解釈論か？

ボーアの相補性・分離不可性は「量子系はいかなるものか」「量子系と古典系はいかに対置されるべきか」といったことを論じてはいるが、ヒルベルト空間や演算子などのフォーマリズムをいかに現実経験と対応させて解釈すべきかという論にはなっていない。

誰が「コペンハーゲン解釈」を言い出したか？

ハイゼンベルク

1955年、ボーアの70歳を記念する講演会と論文集で「1926年にシュレーディンガーがボーアを訪ねた後に、ハイゼンベルクとボーアの議論によってコペンハーゲン解釈と呼ばれるものができた」とハイゼンベルクは述べている。何がコペンハーゲン解釈なのかははっきり述べていないが、自分の不確定性原理とボーアの相補性原理がコペンハーゲン解釈の柱だとしている。

ハイゼンベルクの1955年講演

「1927年のソルベイ会議以降，コペンハーゲン解釈は一般に受け入れられた」と述べている。

1955年の記事の後半の大部分は，コペンハーゲン解釈に反対する者どもの見解の分析に費やされている。

同講演の中で1926年のボルンの確率解釈についても述べているが，それは別もの扱い。

講演論文集の編者はパウリ。

その後の「コペンハーゲン解釈」

- コペンハーゲン解釈の内容は曖昧なまま，何となく言葉だけが独り歩き。
- 量子力学の標準解釈や標準定式化に挑戦する人が，仮想敵として「コペンハーゲン解釈」を使うようになった（とくに隠れた変数理論派や多世界解釈派）
- しかし，元はと言えば，ハイゼンベルクが異端論者を敵に回すスローガンとして「コペンハーゲン解釈」の旗印を挙げように見える。

なぜハイゼンベルクはそのような言動に打って出たのか？

- 第2次大戦中、ハイゼンベルクはナチスドイツに協力する形で原爆開発研究のリーダーになっていた。
- ドイツにいたユダヤ系の物理学者の多くが大戦前・大戦中にドイツから逃亡した。
- ハイゼンベルクの師であるボルンもドイツを追われた。

アダム・ベッカー「実在と何か」(2021)

- ボルン，ヨルダン，ハイゼンベルクは行列力学の創始者だが，1933年にノーベル賞を受賞したのはハイゼンベルク，ディラック，シュレーディンガー

ここは谷村の憶測（1／2）

- 第2次大戦でドイツは敗北。
- アメリカは原爆製造成功。マンハッタン計画の科学者リーダーであったオッペンハイマーはユダヤ系であり、ハイゼンベルクの3つ年下で、ボルンの指導学生だった（1927年、23歳のとき[ボルン・オッペンハイマー近似の論文](#)発表）
- ハイゼンベルクがドイツで原爆開発に関わっていたことは周知の事実。
アダム・ベッカー「実在と何か」(2021)
政池明「ハイゼンベルクの核開発」窮理 2022年 第22号
- 戦後、ハイゼンベルクは心穏やかではなかったろう。

ここは谷村の憶測 (2/2)

- ハイゼンベルクは、自身の名誉回復のために、ボーアを持ち上げる形で「自分も量子力学の建設者の一人であり、ボーアの忠実な共同研究者であり、ヨーロッパの正統な物理学者の一員である」と内外に示すために、ボーアの70歳記念講演会を利用したのではないだろうか？
- 「コペンハーゲン解釈」は、ハイゼンベルクにしてみれば、誰も傷つけない white lie のつもり？

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (1/11)

- 19世紀，力学・熱力学・電磁気学など古典物理学の主要分野が出揃って来た頃から，自然科学・物理学の目的は何だろうか？という反省が始まった。
- マッハ：「思惟の経済」（科学理論は，ものごとの本質や真相を教えてくれるようなものではなく，感覚・経験データをなるべく少数の概念に束ねて処理するシステムなのだ，という態度）

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (2/11)

- 19世紀末，原子や電子やX線など直接的には見えないミクロのものが物理学の対象になってくると「それらが文字通りにあると思うべきなのか？」という疑問が先鋭化してきた。
- オストヴァルトやマッハ「原子はただの道具にすぎない，エネルギー論としての熱力学で十分」
- vs. ボルツマン「原子は存在する・動いているとする統計力学の方が真実に肉薄している」

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (3/11)

- ドイツ科学：レーナルト， シュタルクなど． 実験・実践的な研究を重んじる．
- ユダヤ科学：アインシュタイン， ボルンなど． 抽象的・理論的傾向が強い．
- 論理実証主義（positivism）：シュリック， カルナップら科学哲学ウィーン学団． 経験・観測できない形而上学的概念を排除し， 実験・経験の言葉に還元可能な理論語だけで物理学理論を組み立てようという運動． 相対論や量子論を擁護する立場． ハイゼンベルクやパウリに影響を与えた．

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (4/11)

- ハイゼンベルク, ボルン, ヨルダンのうち, ヨルダンはナチスに賛同・入党.
- ユダヤ人であったボルンは大学教授職を解任.
- 1954年のボルンのノーベル賞授賞対象は 「量子力学への寄与, とくに波動関数の統計的解釈」.
- ヨルダンが共同研究していなかったテーマがノーベル賞選考委員に選ばれたと言われる.
- 大戦後, ヨルダンはボルンに擁護を乞うたが, ボルンは断った.

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (5/11)

- そういった時代背景を考えると、大戦後、ハイゼンベルクが「安全」かつ「尊敬される」立ち位置を確保したいと考えたことも無理がないように思える。
- ハイゼンベルクは弟子のワイツゼッカーと「我々は原爆ではなく原子炉の開発研究をしていたことにしよう」と口裏を合わせていた。
- 「政治的保身」を考えざるを得ない時代だった。

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (6/11)

- アインシュタインのノーベル賞受賞テーマは「理論物理への寄与, とくに光電効果の法則の発見」となっているが, アインシュタインは黒体輻射と光量子仮説について論文を何回も書いているが, 光電効果は比較的軽く扱っていた。1921年のノーベル物理学賞は該当者なしで見送られ, 1922年に「1921年の分」をアインシュタインに授賞。1922年分はボーアに授賞。
- ハイゼンベルクが受賞したノーベル賞の対象は「量子力学の創造とオルト・パラ水素分子の発見を導いた応用」だが, 受賞記念講演でオルト・パラ水素に一言も言及していない。1932年は該当者なしで, 1933年に「1932年の分」をハイゼンベルクに授賞。1933年分はディラックとシュレーディンガーに授賞。

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (7/11)

- 光電効果に言及されるアインシュタイン
- オルト・パラ水素に言及されるハイゼンベルク
- 実験物理学への寄与・応用なしにはノーベル物理学賞はやれない？
- 「ドイツ科学的」でなければいけなかった？

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (8/11)

- ついでに言うと、論理実証主義を推進したウィーン科学哲学派のリーダーだったシュリックは1936年に学内で元学生に暗殺され、論理実証主義運動は終わった。
- ドイツ観念論の推進者であったハイデガーは、ナチスに入党、ナチスドイツの哲学的支持者となった

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (9/11)

- 湯川秀樹とレオン・ローゼンフェルトの会話.
- マックス・ヤンマー（実験物理の研究で博士学位取得後、科学史・科学哲学の専門家となった）の『量子力学史1』の日本語版の序文：

見え隠れするイデオロギー対立と差別（10／11）

Niels Bohrの後継者で、量子力学に対するコペンハーゲン解釈の主要な主張者であるLéon Rosenfeldが1960年代のはじめに京都大学の基礎物理学研究所を訪れたとき、その所長で有名なノーベル賞受賞者のHideki Yukawa（湯川秀樹）に、日本の物理学者は西欧の仲間たちが量子力学の新しい考え方に慣れ、それらの新しい概念になじむときに感じるのと同じ困難を経験するかどうか尋ねました。“ノー”とYukawaは答えました。“Bohrの議論は私たちにはつねにまったく明白です”。そしてRosenfeldが驚いているように、この偉大な日本の物理学者はつぎのコメントを付け加えたのです。“おわかりですか、日本にいる私たちはアリストテレスによって毒されていないのです”。

見え隠れするイデオロギー対立と差別 (11/11)

- 西洋において根深い**経験主義**（タレス，デモクリトス，ヒューム，ジョン・ロックなど）と**合理主義**（ピタゴラス，プラトン，デカルトなど）の**対立**。
- 唯一原理を希求する精神性？
- 形而上学を批判・否定するあまり「目に見えないもの」を丸ごと捨てる傾向のある論理実証主義。
- かと言って，形而上学側もダメダメ。
- 「両方のいいところ取り」はできないんですか？

アインシュタインの態度

- マッハの「知覚・経験されることだけを理論は記述すればよい」という主義に対しては批判的だった。
- 当初、ボルンの確率解釈には批判的だったがハイゼンベルク「部分と全体」（神はサイコロを振らない）、後年、量子力学は粒子の集団についての統計的記述なのだともみなすなら非決定論的であることはよしとしていた。
Born-Einstein Letters, 1916-1955
- 観測されていない系の状態についての言及を避ける量子力学の非実在論的態度に対しては終生、批判的だった（月は空を見上げたときだけ存在するのか？）

エピソード One

- エミル=ラップ (Emil Rupp)
- フォン=ノイマン
- ヘルマン=グレーテ
- ボーム
- アハラノフ
- ベル
- シモニー (カルナップの下で哲学を学んだ)
- クラウザー

無理やりなまとめ (1/4)

- 量子力学のコペンハーゲン解釈の内実は不明瞭。
- コペンハーゲン解釈は、論者によってそのつど都合のよいように定義され、「擁護すべき対象」もしくは「仮想敵」として利用されている。そんなものがありがたがったり、アンチになったりするのはやめた方がよい。
- 「コペンハーゲン解釈」を口にするときは、最低限「私なりの定義」を言うべきである。あるいは、「コペンハーゲン解釈」を口にする人に問うべき。

無理やりなまとめ (2/4)

- 量子力学の解釈論争を見ていると、物理学の研究も人間の営みなんだなーという思いがする。
- 並木美喜雄氏は「観測問題の議論で自分の見解が否定された人は、全人格が否定されたかのごとく激怒する」と言っていた。
- 観測問題や解釈問題は、物理学者にとって「鼎の軽重を問われる」ような一大事であるらしい。
- おおげさすぎる。冷静になれ。

無理やりなまとめ (3/4)

- いつまで経っても量子力学の解釈論争が落ち着かないのはよいことではない。
- 解釈が必要というのはパッチを当てているようなことであり、現行の量子力学が未完成もしくは閉じていないということの表れなのでしょう。
- 観測というのは量子系と古典系の相互作用であり、量子力学と古典力学の包括理論ができれば解釈不要で記述されることになると谷村は思っています。

無理やりなまとめ (4/4)

- アインシュタインが相対性理論を作りミンコフスキーが時空論を展開する前に、ローレンツ変換やフィッツジェラルドの短縮は「マイケルソン・モーリーの実験でエーテルの風が観測されないこと」のつじつまを合わせて解釈するために考え出された。
- 正しい時空像が得られれば、エーテルの解釈は要らなくなった。
- 量子力学の「解釈」も、エーテルのような運命をたどるべき。

終了宣言

1955年にでっちあげられた
「コペンハーゲン解釈」は
今年70周年をもって歴史的
役割を終えました
ということにしましょう。

お疲れ様でした🍵



憶測まじりの話をしてしまいました，
「コペンハーゲン解釈」は内実不明であり
（そのときどきの論者に都合のよいように解釈さ
れているという意味で）誠実さに欠ける言葉
です。使うのをやめるか，自分なりの定
義を宣言してから使いましょう。

祝 量子力学100周年！



<https://www.listennotes.com/pl/podcasts/%E3%82%86%E3%82%8B%E3%82%8A%E6%97%A5%E6%9C%A C%E8%AA%9Eyururi/%E6%A1%83%E5%A4%AA%E9%83%8E-momotarothepeach-ZATROF65hWp/>

講演後の補足 (1/7)

「解釈 interpretation」という語の意味からすると、ハイゼンベルクの不確定性原理もボーアの相補性も単一不可分性も「解釈」ではないと私（谷村）は考える。

狭義には、物理学における解釈というのは、数学記号または日常語で書かれている語句・文を現実世界における経験・観察事項に対応させることだと思われる。

「熱」や「電子」や「光子」という語を我々は経験・観察されることがらに対応させて解釈している。ここでは、理論文から経験事項に向かう解釈を強調しているが、経験事項を理論文で記述して解釈することも可能である。量子力学の例を持ち出さなくても、例えば我々は、月の満ち欠けや日食や月食の観察を地動説的なモデルという理論的な枠組みの中で光線や球体や自転や公転などの理論語・理論的關係で解釈している。

物理学の文脈に限らず、我々が外界の何ごとかを分別して記述し思考し他人に伝達するとき、語句・記号列と現実世界との対応づけは必ず必要であり、それを広義の解釈と呼んでもよい。

講演後の補足 (2/7)

法律文も解釈が必要であることは言うまでもないだろう。「出生」や「死亡」, 「親」, 「子」, 「故意」, 「過失」などの語もそれ自体はたんなる記号列であり, 経験世界との対応づけ, すなわち解釈なしには用をなしえない。

別の例を挙げると, 統計力学における S, T, U などは, 熱力学の法則と同型な方程式を満たすから T は「温度」と解釈され, 我々の寒暖の感覚と対応づけられる。そのように統計力学の理論形式は解釈される。

そのように「解釈」を捉えるなら, ボルンの確率解釈 (統計解釈) は, 量子力学のフォーマリズムに現れる波動関数や状態ベクトルなどを実験で測定可能な確率・頻度と対応づけているのであり, まさに解釈と呼ぶのがふさわしい。

それに比べると, ハイゼンベルクの不確定性原理やボーアの相補性や単一不可分性は, 量子力学の理論語・理論文を現実経験・観察と対応づけているわけではない。ボーアたちは, 量子力学的なミクロ世界はどのようなものであるかという性質・挙動をなるべく日常感覚に訴える言葉で述べたのである。それはそれで,

講演後の補足 (3/7)

もちろん有用であり、ボーアたちが編み出した語彙とイメージがあるからこそ我々もミクロの世界に対して「こういうものなのだ」、「そういうものだと考えざるをえないのだ」、「これ以上は考えてもしかたないんだ」という、ある種のイメージ・捉え方・捉え方の覚悟のようなものを抱くことができる。

また、どういうイメージなら受け入れられるか、というラインは人によって異なり、そもそも他人が同一のイメージを持っているかどうか微妙であり、そこがしばしば齟齬になっているし、納得のいくイメージを作ろうとすることが新定式化や新解釈を作るモチベーションにもなっていると思われる。

そうだとしても、ボーア、ハイゼンベルクらの議論は「理論形式を経験世界と対応させる方式・規則」という狭義の解釈にはなっていない。矮小化してしまえば、不確定性原理も相補性も量子力学系を取り扱う上での「注意書き」、「覚悟すべきこと」である。これらの注意書きは量子力学に織り込み済みなのである。だからこそ不確定性関係は量子力学から導けるし、粒子と波動の相補性や、

講演後の補足 (4/7)

より一般に非可換物理量の相補性・文脈依存性なども、量子力学の結果として説明されるのである。

不確定性原理や相補性は、理論と経験世界の解釈対応規則ではなく、「量子力学が描く世界像」のようなものである。しかし本邦では朝永振一郎氏が「量子力学的世界像」という題を自身の著書に付けており、この言葉を「コペンハーゲン解釈」の代わりにしてやることはできないだろう。

なお、多世界解釈は、他の世界が経験不可能なものだとすると、フォーマリズムと現実世界との対応にはなっていないが、「世界の真のありよう」という形而上学的な世界まで含めて考えるなら、多世界解釈は量子力学のフォーマリズムを世界と対応づけていると言える。

ここまで来ると、「量子力学の解釈問題」を論ずる前に「物理理論の解釈の定義」をクリアにしておくべきであった気がする。振り返ると、解釈 interpretation という言葉の意味をシャープに定めずにコペンハーゲン解釈を言い出したり、新解釈提案・解釈論争を開始していることが混乱のもとだったと思われる。

講演後の補足 (5/7)

「コペンハーゲン精神」は、研究者に上下はなく、フラットな人間関係であり、研究に関しては批判・反論は遠慮なく徹底的に議論し、研究以外のことについてはユーモアと心の余裕を持って、というような心がまえらしい。「そんな精神はなかった」と言う人もいるが、素粒子論・場の量子論の研究者である亀淵迪（かめふち・すすむ）氏は、仁科芳雄氏がコペンハーゲン精神を日本に移植したと述べている[1,2]。仁科氏の薫陶を受けた坂田昌一氏も1954年に半年間ボア研究所を訪ねた。坂田の門下生である亀淵迪氏はボア研究所に1956年から1958年まで滞在したが、そのときの研究所の雰囲気について「人々はこれをコペンハーゲン精神と称していた」と述べている[3]。

なお、文献[3]で亀淵氏は、**数学的形式に物理的対応物を定めることが解釈だと規定した上で、ボアとハイゼンベルクが「今日、量子力学の「コペンハーゲン解釈」と呼ばれている」ものを作り、それが「ボア研究所が生んだ最高の業績だと私は考える」と述べている。**

講演後の補足（6／7）

私（谷村）の考えでは、亀淵迪氏は「物理理論の解釈」の何たるかを的確に捉えていたにもかかわらず、コペンハーゲンでの自身の楽しかった研究生活を思い、ハイゼンベルクの弁に乗せられる形で、1927年頃にボーアとハイゼンベルクが議論したことが「コペンハーゲン解釈」だと位置づけている。数学的形式に物理的対応物を定めることが解釈だとするなら、まさしくボルンとフォンノイマンが与えた、波動関数ないし状態ベクトルないし密度行列の確率解釈こそ「量子力学の解釈」とするのがふさわしかったし、地名で呼ぶなら「ゲッチンゲン解釈」と呼ぶべきだろう。（量子力学のヒルベルト空間定式化の論文を書いたときフォンノイマンはゲッチンゲン大学またはベルリン大学にいた。ボルンもヒルベルトもゲッチンゲン大学にいた。）

講演後の補足 (7/7)

ボーアが研究者仲間たちに敬愛されていたことを示すエピソードをもう一つ紹介しておく。1935, 1945, 1955年にそれぞれボーアの50, 60, 70歳の誕生日を祝って、ボーアに親しい物理学者たちが Journal of Jocular Physics (冗談物理学) というエッセイ集を作り、ボーアにプレゼントした[4,5,6]。とくに1935年の Journal of Jocular Physics には、日本の物理学者、有山兼孝 (Kanetaka Ariyama) 氏が日本語とドイツ語で書いた詩が収められている[6]。

参考文献

- [1] 亀淵迪 「くりこみ理論誕生のころ—研究者の回想」 科学 (岩波書店) 2016年8月号 p.857
- [2] 亀淵迪 「素粒子論の始まり—湯川・朝永・坂田を中心に」 2018年, p.141, 225
- [3] 亀淵迪 「物理村の風景」 日本評論社 2000年, pp.118-124
- [4] [Journal of Jocular Physics, 1935-1955, Niels Bohr institutet](#)
- [5] [Paul Halpern, Jocular Physics: A Tribute to Bohr in Humor](#)
- [6] [The Journal of Jocular Physics, CERN保存版 \(PDFファイル\)](#)

仁科芳雄博士

仁科芳雄（にしな・よしお）氏は外国（イギリス・ドイツ・デンマーク）で当時発展途上中の最新分野と言える原子物理学・量子力学を学び、新しい学問の風を日本に持ち帰り、戦前・戦中・戦後を通して多くの科学者を率いて科学研究を主導しました。日本における現代的な物理学研究の礎を築いた人と言えるでしょう。

仁科芳雄氏が生まれ育った故郷が岡山県浅口郡里庄町です。今では[仁科芳雄氏の生家](#)に住む人はいませんが、その家屋は保存され見学できるようになっており、仁科芳雄氏の生涯を紹介する所蔵品を展示する[仁科会館](#)が近所に建てられています。

<http://www.kagaku.nishina.town.satosho.okayama.jp/about/>
<http://www.kagaku.nishina.town.satosho.okayama.jp/seika/>



研究会 3 日目（2025年1月13日）仁科会館 見学

現在の仁科会館の館長（科学振興仁科財団理事・事務局長）である田主裕一郎氏は、じつは私が名古屋大学理学研究科物理学専攻の大学院生だったとき2学年下の後輩であり（私は素粒子論の研究室E研にいて、田主氏は原子核理論の研究室G研にいました）、2023年7月に仁科芳雄氏の伝記『励起』（伊藤憲二著）の出版を知らせてくれました。それを機会に私も仁科会館の存在を知り、仁科芳雄氏の業績・存在の偉大さを改めて認識しました。量子論の研究会であるQUATUO研究会を岡山大学で開催しようという企画案が研究会世話人の間で出たとき、この機に仁科会館を訪ねたいと私が提案し、研究会参加メンバーとともに足を延ばして仁科会館と仁科芳雄生家を訪ね、見学しました。



仁科会館を訪ねて

出港する北野丸

今回、仁科会館で見聞した史料・話はどれも興味深いものですが、一番心に残ったのは、仁科芳雄氏が留学のためイギリスに向けて出港するとき、港で見送っている母を双眼鏡で見えなくなるまで芳雄が見て涙していたという話、イギリスから芳雄が送った手紙の中で病気の母を気づかっている文、ドイツにいるとき母の訃報を受けて、もう親孝行ができなくなったと落胆したこと、母は芳雄がイギリスから贈った白い毛布の床で息を引き取ったとのこと、

急いで日本に帰る必要はなくなったと考えたか、仁科芳雄はデンマークのボーア研究所を訪ねたいとボーアに手紙を送り、留学期間を延長してコペンハーゲンで研究したこと、これらすべてが感動的でした。仁科会館と仁科生家を訪問し、所蔵品を間近に見て、仁科芳雄氏の几帳面で、誠実で、家族と若者たちに対する愛情ある生きざまに触れ、身の引き締まる思いがしました。来てよかったと思いました。



<http://www.kagaku.nishina.town.satosho.okayama.jp/about/profile/>

系譜をたどる

私がお世話になった指導者の指導者をたどる形で、仁科芳雄博士との関係を見てみます：

- 仁科芳雄（にしな・よしお）
- 坂田昌一（さかた・しょういち。仁科芳雄氏が帰国後、1931年に京都大学で行った量子力学の集中講義を湯川秀樹、朝永振一郎とともに聴講。その後、理化学研究所研究員、1942年から名古屋大学教授）
- 大貫義郎（おおぬき・よしお。坂田昌一氏が主宰した名古屋大学物理学教室E研で坂田氏の弟子。その後、名古屋大学教授。1992年3月名古屋大学定年退官）
- 谷村省吾（たにむら・しょうご。1990年から1995年まで博士課程大学院生としてE研に所属。大貫義郎氏からみて最後の指導学生）

益川敏英氏・小林誠氏は私から見てE研の大先輩です。在学期間のオーバーラップはありませんが、E研でもときどきお会いし、言葉を交わしていました。



岡山大学理学部棟前の仁科芳雄像と谷村省吾
2025年1月12日撮影

延長戦，失礼しました。

終